



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 197 50 138 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 05 D 11/13**  
B 01 D 53/76  
B 01 D 53/90  
F 01 N 3/10  
B 01 D 53/79

②1 Aktenzeichen: 197 50 138.9  
②2 Anmeldetag: 12. 11. 97  
④3 Offenlegungstag: 27. 5. 99

DE 197 50 138 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Hofmann, Lothar, Dipl.-Ing., 96224 Burgkunstadt,  
DE; Mathes, Wieland, Dipl.-Ing., 96247 Michelau,  
DE

⑤6 **Entgegenhaltungen:**

|    |              |
|----|--------------|
| DE | 42 21 155 C1 |
| DE | 33 37 793 C2 |
| DE | 44 17 238 A1 |
| DE | 43 20 410 A1 |
| DE | 42 21 363 A1 |
| DE | 38 00 730 A1 |
| DE | 36 34 449 A1 |
| DE | 36 15 705 A1 |
| DE | 27 53 601 A  |
| US | 54 07 649    |
| EP | 02 78 241 A1 |

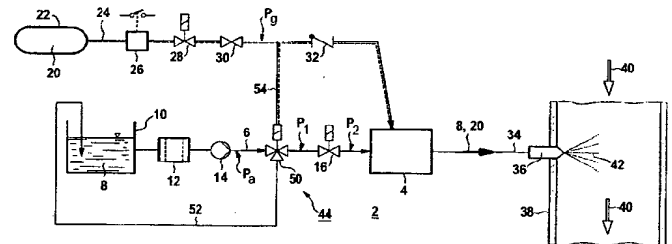
H. Ebertshäuser: Fluidtechnik von A-Z, Limburg,  
1989, S. 1046;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einrichtung zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in eine Abgas-Reinigungsanlage

⑤7 Eine Einrichtung (2) zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels (8) in eine Abgas-Reinigungsanlage enthält eine Mischkammer (4) zum Mischen des Reduktionsmittels (8) mit einem Gas (20), in die eine das Reduktionsmittel (8) führende Reduktionsmittelleitung (6) sowie eine das Gas (20) führende Gasleitung (24) mündet. Gem. der Erfindung ist eine Steuereinrichtung (44) zur Steuerung des Reduktionsmitteldurchsatzes in der Reduktionsmittelleitung (6) in Abhängigkeit vom Gasdruck ( $p_g$ ) in der Gasleitung (24).



DE 197 50 138 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in eine Abgas-Reinigungsanlage. Sie wird insbesondere bei der mit einem geregelten oder gesteuerten Dieselmotorkatalysator (GDK) ausgestatteten Abgas-Reinigungsanlage bei einem Verbrennungsmotor eingesetzt. Sie kann auch bei einer Abgas-Reinigungsanlage für stationäre Dieselmotoren, z. B. bis 1000 kW mechanischer Leistung, eingesetzt werden.

Zur Verminderung der im Abgas eines Verbrennungsmotors enthaltenen Schadstoffe, im besonderen der Stickoxide, hat sich vor allem bei Verbrennungsmotoren, die mit Luftüberschuß betrieben werden, wie z. B. bei Diesel- und Magermotoren, das Prinzip des geregelten oder gesteuerten Dieselmotorkatalysators (GDK) als vorteilhafte Technik erwiesen. Bei dieser im wesentlichen auf dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion (SCR) beruhenden Technik werden die Stickoxide zusammen mit Ammoniak an einem selektiven Katalysator kontaktiert und dort zu Stickstoff und zu Wasser umgesetzt.

Aufgrund der mit dem Ammoniakeinsatz verbundenen Gefahr, nämlich der Giftigkeit, und aufgrund der durch Ammoniak hervorgerufenen Geruchsbelästigung soll das Ammoniak als solches bei einem mit GDK-System ausgestatteten Verbrennungsmotor nicht im Fahrzeug mitgeführt werden. Das zur katalytischen Umsetzung der Stickoxide erforderliche Reduktionsmittel wird hier in flüssiger Form als wäßrige Harnstofflösung im Fahrzeug mittransportiert. Aus dieser wäßrigen Harnstofflösung wird das Ammoniak durch Hydrolyse jeweils in der augenblicklich gerade zur Umsetzung der Stickoxide benötigten Menge erzeugt. Bei stationären Rauchgas-Reinigungsanlagen, z. B. hinter Kraftwerken, kann reines Ammoniak oder Ammoniak-Wasser verwendet werden.

Gemäß der deutschen Offenlegungsschrift 44 17 238 ist vorgesehen, die Abgasleitung eines LKW-Dieselmotors direkt seitlich an eine zylindrische Einlaufkammer heranzuführen, in der ein trichterförmiges Lochblech angeordnet ist. An der engsten Stelle des Trichters ist ein Eindüsenventil vorgesehen, über das eine wäßrige Harnstofflösung in den inneren Raum des Trichters eingedüst wird. Auf diese Weise wird eine homogene Verteilung der Harnstofflösung im Abgas über den gesamten Querschnitt der Einlaufkammer erzielt. An die Einlaufkammer schließen sich ein Hydrolyse-Katalysator, ein DeNOx-Katalysator und ggf. ein Oxidationskatalysator an.

Hiervon unterscheidet sich eine Lösung, die aus der PC-T-Anmeldung WO 96/36967 bekannt ist. Um eine ausreichende Vernebelung des zu zerstäubenden flüssigen Reduktionsmittels, d. h. des Reduktionsmittels Harnstoff, vor dem Einbringen in dem mit Schadstoff belasteten Abgasstrom zu erhalten, ist dort eine Mischeinrichtung oder Mischkammer vorgesehen. In diese Mischkammer werden das flüssige Reduktionsmittel und ein Gas, beispielsweise Luft, zur innigen Vermischung miteinander, d. h. zur Bildung einer Emulsion, eingeleitet. Die Mischkammer ist über eine einzige Misch- oder Rohrleitung mit einer Zerstäuberdüse verbunden, welche ihrerseits im Abgasstrom angeordnet ist. Dieser Mischkammer ist ein einstellbares Dosierventil vorgeschaltet, mit dessen Hilfe die pro Zeiteinheit erforderliche Reduktionsmittelmenge vorgegeben wird. Diese pro Zeit durch das geöffnete Dosierventil fließende Reduktionsmittelmenge ist dabei direkt abhängig vom Differenzdruck über dem Dosierventil. Um bei der bekannten Einrichtung eine konstante Dosierate für das Reduktionsmittel sicherzustellen, ist somit ein konstanter Differenzdruck erforderlich.

Der über dem Dosierventil bei der bekannten Einrichtung

herrschende Differenzdruck hängt dabei sowohl vom Druck in der Mischkammer und somit auch vom Gasdruck in der in die Mischkammer führenden Gasleitung als auch von dem Druck in der Reduktionsmittelleitung vor dem Dosierventil ab. Dieser Druck wird durch eine dem Dosierventil zum Fördern des Reduktionsmittels vorgeschaltete Pumpe erzeugt. Sowohl der Gasdruck als auch der Druck in der Reduktionsmittelleitung können jedoch Schwankungen unterliegen.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in eine Abgas-Reinigungsanlage anzugeben, mit der die pro Zeit eingebrachte Reduktionsmittelmenge einfach und genau dosiert werden kann.

Die genannte Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst mit einer Einrichtung zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in eine Abgas-Reinigungsanlage mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Die Einrichtung enthält eine Mischkammer zum Mischen des Reduktionsmittels mit einem Gas, in die eine das Reduktionsmittel führende Reduktionsmittelleitung und eine das Gas führende Gasleitung mündet, sowie eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Reduktionsmitteldurchsatzes in der Reduktionsmittelleitung in Abhängigkeit vom Gasdruck in der Gasleitung. Durch diese Maßnahme kann der Reduktionsmitteldurchsatz, d. h. die Menge des pro Zeiteinheit in die Mischkammer injizierten Reduktionsmittels gezielt beeinflusst werden, so daß deren im Stand der Technik gegebene Abhängigkeit vom Gasdruck in der Gasleitung, der im wesentlichen den Druck in der Mischkammer bestimmt, eliminiert werden kann. Durch eine gezielte Steuerung des Reduktionsmitteldurchsatzes, bei der als Stellgröße der den Reduktionsmitteldurchsatz selbst beeinflussende oder störende Gasdruck (Störgröße) verwendet wird, ist es möglich, den Reduktionsmitteldurchsatz unabhängig vom Gasdruck in der Gasleitung konstant zu halten.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfaßt die Steuereinrichtung zur Steuerung des Reduktionsmitteldurchsatzes ein Stellorgan zum Steuern des Drucks in der Reduktionsmittelleitung. Insbesondere ist als Stellorgan ein vom Gasdruck gesteuertes Drucksteuerventil vorgesehen, das vorzugsweise den Druck in der Reduktionsmittelleitung ab Eingang eines einstellbaren und der Mischkammer vorgeschalteten Dosierventils steuert. Da der Reduktionsmitteldurchsatz vom Druckabfall an der Mischkammer vorgeschalteten Dosierventil abhängt, kann der Reduktionsmitteldurchsatz durch Einstellung des Drucks in der Reduktionsmittelleitung vor dem Dosierventil beeinflusst werden. Insbesondere wird dieser Druck so geführt, daß die Druckdifferenz am Dosierventil und somit auch der Reduktionsmitteldurchsatz bei geöffnetem Dosierventil annähernd konstant sind.

In einer Ausführungsform ist das Drucksteuerventil an eine in die Reduktionsmittelleitung mündende Abzweigleitung angeschlossen. Dadurch ist eine Steuerung des Drucks in der Reduktionsmittelleitung durch Entnahme eines Reduktionsmittel-Teilstroms aus der Reduktionsmittelleitung möglich. Die Abzweigleitung ist dabei vorzugsweise in Strömungsrichtung gesehen vor dem Dosierventil an der Reduktionsmittelleitung angeschlossen.

Insbesondere mündet die Abzweigleitung in einen Vorratsbehälter, an dem auch die Reduktionsmittelleitung zur Entnahme des Reduktionsmittels angeschlossen ist. Dadurch ist eine Rückführung des entnommenen Reduktionsmittel-Teilstroms bewirkt.

In einer Ausführungsform ist als Drucksteuerventil ein Dreiwegeventil vorgesehen, das in der Reduktionsmittelleitung angeordnet ist, und an dem die Abzweigleitung ange-

geschlossen ist.

In einer alternativen Ausführungsform ist als Drucksteuerventil ein in der Abzweigung angeordnetes Zweiwegeventil vorgesehen.

Insbesondere ist die Steuereinrichtung über eine Druckentnahmeleitung an die Gasleitung angeschlossen, wobei vorzugsweise das Drucksteuerventil pneumatisch steuerbar ist. Dies ermöglicht eine besonders einfache Steuerung des Reduktionsmitteldurchsatzes ohne zusätzliche elektronische Einrichtungen, wie z. B. einen Drucksensor und einen elektrischen Steuerkreis zum Ansteuern eines elektrisch betätigbaren Stellorgans.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnung verwiesen. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Einrichtung zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels in eine Abgas-Reinigungsanlage gemäß der Erfindung in einer schematischen Darstellung, und

**Fig. 2** eine alternative Ausführungsform der Erfindung.

Gemäß **Fig. 1** umfaßt die erfindungsgemäße Einrichtung 2 eine Mischeinrichtung oder Mischkammer 4, die vorzugsweise gemäß der eingangs zitierten PCT-Anmeldung WO 96/36967 nach dem Vergaserprinzip aufgebaut ist.

In die Mischkammer 4 mündet eine Reduktionsmittelleitung 6 für ein zu zerstäubendes flüssiges Reduktionsmittel 8, beispielsweise wäßrige Harnstofflösung. Das Reduktionsmittel 8 ist in einem Vorratsbehälter untergebracht, der auf dem Fahrzeug, dessen Abgas gereinigt werden soll, mitgeführt wird. Dieser Vorratsbehälter 10 ist über einen Filter 12, eine Pumpe 14 und ein Dosierventil 16, die sich in der Reduktionsmittelleitung 6 befinden, an die Mischkammer 4 angeschlossen.

Die Pumpe 14 dient zum Fördern des Reduktionsmittels 8 aus dem Vorratsbehälter 10 und erzeugt an ihrem Ausgang einen Druck  $p_a$ , der Schwankungen unterliegen kann, die beispielsweise vom Füllstand des Reduktionsmittels 8 im Vorratsbehälter 10 oder von der Verschmutzung des Filters 12 abhängen.

Der Mischkammer 4 ist ein einstellbares Dosierventil 16 vorgeschaltet, das elektromagnetisch betätigbar ist. Dieses Dosierventil 16 ist zwischen einer Auf- und einer Zu-Stellung elektromagnetisch betätigbar. Die Zeitdauer, in der das Dosierventil 16 geöffnet ist, und die Zeitdauer, in der das Dosierventil 16 geschlossen ist, beeinflussen den Reduktionsmitteldurchsatz. Bei geöffnetem Dosierventil 16 hängt der Reduktionsmitteldurchsatz, d. h. die pro Zeiteinheit durch das Dosierventil 16 strömende Reduktionsmittelmenge (Dosierrate), ab von der Einstellung des Dosierventils 16, Strömungswiderstand in Auf-Stellung und vom eingangsseitigen Druck  $p_1$  in der Reduktionsmittelleitung 6 sowie vom ausgangsseitigen Druck  $p_2$ , der im Ausführungsbeispiel, bei dem das Dosierventil 16 unmittelbar der Mischkammer 4 vorgeschaltet ist, annähernd den Druck innerhalb der Mischkammer 4 entspricht.

In die Mischkammer 4 gelangt über eine Gasleitung 18 ein Gas 20, beispielsweise Luft. Dieses Gas 20 mischt sich in der Mischkammer 4 mit dem einströmenden Reduktionsmittel 8. Dabei entsteht ein Aerosol 8, 20, das am Ausgang abgegeben wird. Das Gas 20 ist in einem Druckspeicher 22 untergebracht, der mit einem Auslaß 24 versehen ist. Von diesem Auslaß 24 wird das Gas 20 über einen elektrisch betätigbaren Druckschalter 26, ein Absperrventil 28, ein einstellbares Druckbegrenzungsventil 30 und ein Rückschlagventil 32 in die Mischkammer 4 geleitet.

Die in der Mischkammer 4 erzeugte Mischung 8, 20 gelangt über eine Mischleitung 34 zu einer Zerstäuberdüse 36, die in einem Abgaskanal 38 untergebracht ist. In diesem Abgaskanal 38 strömt das zu reinigende Abgas 40 in Richtung auf eine (nicht gezeigte) Katalysator-Anordnung. Die Zer-

stäuberdüse 36 sorgt dafür, daß die Mischung aus Reduktionsmittel 8 und Druckgas 20 in Form eines feinen Nebels 42 in den Strom des Abgases 40 eingeblasen und von diesem in Richtung auf die Katalysatoranordnung gleichmäßig verteilt weitergetragen wird.

Eine Steuereinrichtung 44 zum Steuern des Reduktionsmitteldurchsatzes in der Reduktionsmittelleitung 6 enthält ein zwischen dem Dosierventil 16 und der Pumpe 14 angeordnetes und als Dreiwegeventil ausgebildetes Drucksteuerventil 50 zur Steuerung des Drucks  $p_1$  am Eingang des Dosierventils 16, dessen erster und zweiter Weg an die Reduktionsmittelleitung 6 angeschlossen sind, und dessen dritter Weg an eine Abzweigung 52 angeschlossen ist, die in den Vorratsbehälter 10 mündet.

Das Drucksteuerventil 50 ist pneumatisch steuerbar und über eine Steuerleitung 54 an die Gasleitung 28 in Strömungsrichtung gesehen hinter dem einstellbaren Druckbegrenzungsventil 30 angeschlossen. Die Stellung des Schließorgans des Drucksteuerventils 50 wird somit von dem in der Gasleitung 24 am Ort der Mündung der Steuerleitung 54 herrschenden Gasdruck  $p_g$  gesteuert oder eingestellt. In Abhängigkeit dieses Gasdruckes  $p_g$  wird somit ein Reduktionsmittel-Teilstrom aus der Reduktionsmittelleitung 6 entnommen. Dieser Reduktionsmittel-Teilstrom beträgt bei geschlossenem Drucksteuerventil 50 100% des Gesamtstromes und kann bei vollständig geöffnetem Drucksteuerventil 50 je nach Auslegung nahezu 0% betragen. Mit Hilfe des Gasdruckes  $p_g$  kann dann der Reduktionsmittel-Teilstrom zwischen 0% und 100% des Gesamtstromes eingestellt werden. Dieser Bereich wird jedoch in der Praxis nicht ausgenutzt. Auf diese Weise wird der Druck  $p_1$  am Eingang des Dosierventils 16 in Abhängigkeit vom Gasdruck  $p_g$  und damit auch der sich durch die Druckdifferenz  $p_2 - p_1$  abhängige Reduktionsmitteldurchsatz gesteuert. Das Drucksteuerventil 50 wird dabei so gesteuert, daß bei sinkendem Gasdruck  $p_g$  der über die Abzweigung 52 zurückgeführte Reduktionsmittel-Teilstrom erhöht und der eingangsseitige Druck  $p_1$  entsprechend erniedrigt wird, um den vom Gasdruck  $p_g$  beeinflussten und somit ebenfalls sinkenden Druck  $p_2$  an der Ausgangsseite des Dosierventils 16 zu kompensieren und die Druckdifferenz  $p_2 - p_1$  über dem Dosierventil 16 konstant zu halten. Mit anderen Worten: Die Dosierrate, d. h. die in einem Zeitabschnitt angegebene Gesamtmenge an Reduktionsmittel kann eindeutig durch die in diesem Zeitabschnitt vorliegende Öffnungsdauer des Dosierventils 16 eingestellt werden, da die Dosierrate, d. h. die pro Zeiteinheit durch das geöffnete Dosierventil 16 strömende Reduktionsmittelmenge auf Grund der Steuerung des Drucks  $p_1$  konstant bleibt.

In der Ausführungsform gemäß **Fig. 2** enthält eine Steuereinrichtung 56 zum Steuern des Reduktionsmitteldurchsatzes in der Reduktionsmittelleitung 6 anstelle des **Fig. 1** in der Reduktionsmittelleitung 6 vorgesehenen Dreiwegeventils als Drucksteuerventil 50 ein in der Abzweigung 52 angeordnetes Zweiwegeventil, das über die Steuerleitung 54 ebenfalls in Abhängigkeit vom Gasdruck in der Gasleitung pneumatisch steuerbar ist und in Abhängigkeit vom Gasdruck die Menge des abgezweigten Reduktionsmittels 8 und somit auch den Druck in der Reduktionsmittelleitung 6 an der Eingangsseite des Dosierventils 16 steuert.

#### Patentansprüche

- Einrichtung (2) zum Einbringen eines flüssigen Reduktionsmittels (8) in eine Abgas-Reinigungsanlage, mit einer Mischkammer (4) zum Mischen des Reduktionsmittels (8) mit einem Gas (20), in die eine das Reduktionsmittel (8) führende Reduktionsmittelleitung

- (6) sowie eine das Gas (20) führende Gasleitung (24) mündet, und mit einer Steuereinrichtung (44, 56) zur Steuerung des Reduktionsmitteldurchsatzes in der Reduktionsmittelleitung (6) in Abhängigkeit vom Gasdruck ( $p_g$ ) in der Gasleitung (24). 5
2. Einrichtung nach Anspruch 1, bei der die Steuereinrichtung (44; 56) zur Steuerung des Reduktionsmitteldurchsatzes ein Stellorgan zum Steuern des Druckes ( $p_1$ ) in der Reduktionsmittelleitung (6) umfaßt.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, bei der als Stellorgan 10 ein vom Gasdruck ( $p_g$ ) gesteuertes Drucksteuerventil (50) vorgesehen ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, bei der das Drucksteuerventil (50) zur Steuerung des Druckes ( $p_1$ ) in der Reduktionsmittelleitung (6) am Eingang eines und der 15 Mischkammer (4) vorgeschalteten Dosierventils (16) vorgesehen ist.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, bei der das Drucksteuerventil (50) an eine in die Reduktionsmittelleitung (6) mündende Abzweigleitung (52) angeschlossen ist. 20
6. Einrichtung nach Anspruch 5, bei der die Abzweigleitung (52) in Strömungsrichtung gesehen vor dem Dosierventil (16) an die Reduktionsmittelleitung (6) angeschlossen ist.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, bei 25 der die Reduktionsmittelleitung (6) an einen Vorratsbehälter (10) für das Reduktionsmittel (8) angeschlossen ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, bei der die Abzweigleitung (52) in den Vorratsbehälter (10) mündet. 30
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei der als Drucksteuerventil (50) ein Dreiwegeventil (6) vorgesehen ist, das in der Reduktionsmittelleitung (6) angeordnet ist, und an dem die Abzweigleitung (52) 35 angeschlossen ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei der als Drucksteuerventil (50) ein in der Abzweigleitung (52) angeordnetes Zweiwegeventil vorgesehen ist.
11. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Steuereinrichtung (44; 56) über 40 eine Druckentnahmeleitung (54) an die Gasleitung (24) angeschlossen ist.
12. Einrichtung nach Anspruch 11 in Verbindung mit Anspruch 2, bei der das Drucksteuerventil (50) pneumatisch steuerbar ist. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

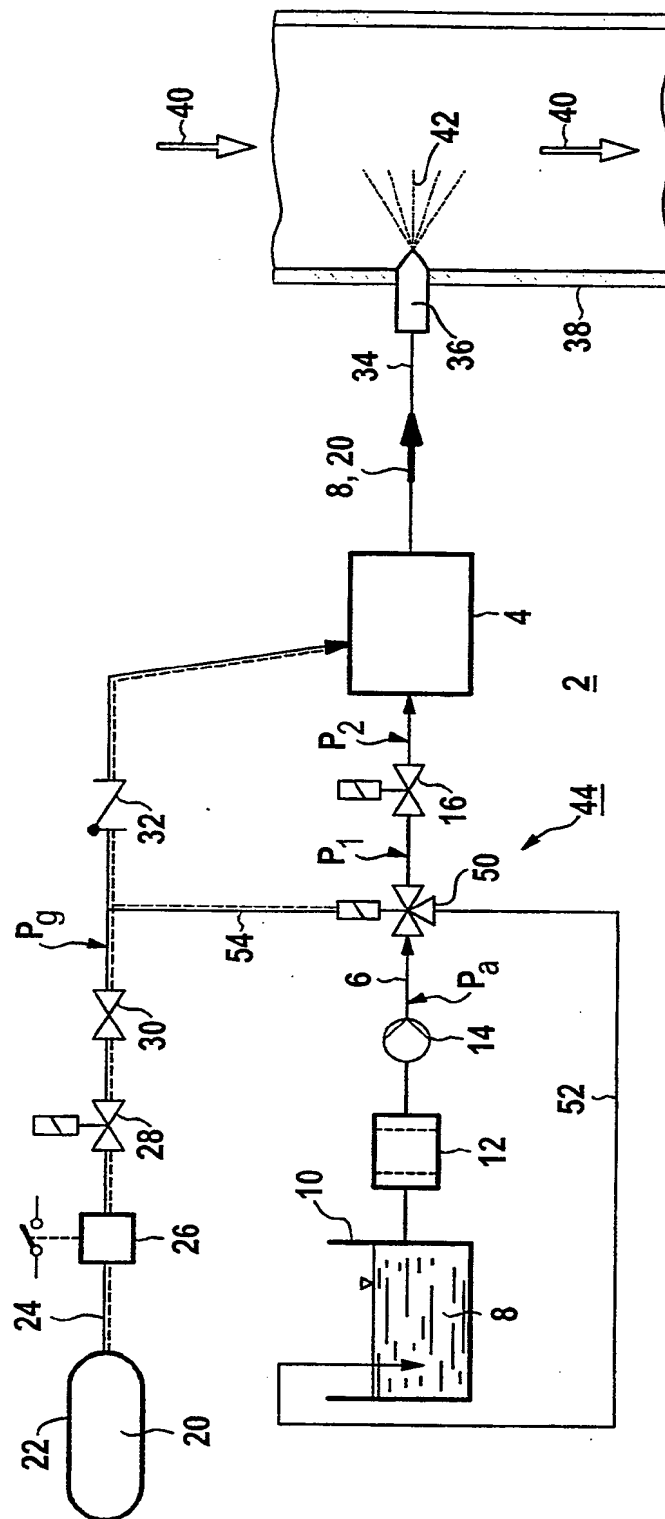
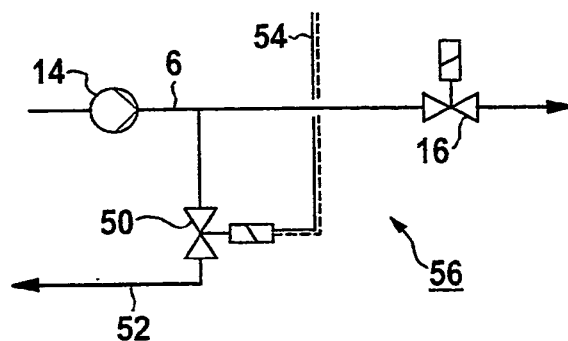


FIG 1



**FIG 2**